

PENGARUH UKURAN ZEOLIT DAN PENAMBAHAN NaEDTA PADA PENYERAPAN LOGAM ZN DALAM LIMBAH ELEKTROPLATING

(Caecilia Pujiastuti , Erwan Adi S.)

ABSTRAK

Pencemaran lingkungan bisa disebabkan oleh hasil buangan industri , antara lain oleh limbah elektroplating. Limbah elektroplating banyak mengandung logam diantaranya logam Zn , maka perlu diolah lebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan agar pencemaran bisa dikurangi . Zeolit adalah salah satu bahan yang bisa dipakai untuk menyerap logam tersebut. Zeolit yang sudah diaktifkan sebanyak 20 gram dengan ukuran tertentu dimasukkan ke dalam 200 ml air limbah yang mengandung Zn 1,6 ppm, kemudian diaduk dengan kecepatan 100 rpm dalam jangka waktu tertentu.. Filtrat dipisahkan kemudian dianalisa kandungan logamnya. Kondisi relatif baik didapat waktu pengadukan 90 menit , ukuran zeolit 60 mesh , konsentrasi NaEDTA 10 % mampu menurunkan kadar Zn sampai 99,25 %

Kata kunci :Limbah elektroplating, Zeolit, NaEDTA, Seng

PENDAHULUAN

Berdasarkan surat keputusan Gubernur Jawa Timur No.45 tahun 2002, tentang Baku Mutu air Limbah Industri, telah ditetapkan Baku Mutu Air Limbah untuk industri elektroplating untuk seng adalah 1,0 mg /liter Sedangkan kualitas air limbah electroplating yang diperoleh dari suatu industri di Jawa Timur mempunyai konsentrasi 2-5 mg / Liter untuk Seng (Zn^{2+}). Oleh sebab itu air limbah industri electroplating tersebut perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang . Pengolahan air limbah suatu industri yang mengandung logam berat dapat dilakukan dengan berbagai proses diantaranya proses fisik dan kimia, proses pertukaran ion , proses bioadsorption, proses elektrokimia dan proses membran. Proses – proses tersebut mempunyai keunggulan dan kelemahan, apabila dikaji berdasarkan biaya operasionalnya maka proses pertukaran ion merupakan proses dengan biaya operasional terendah. (James W. Petterson, 1985) Limbah elektroplating bisa juga digunakan sebagai campuran pembuatan batubata merah (Pujiastuti, 2002)

Pujiastuti, dkk (2004) melakukan penelitian tentang pengaruh pH terhadap penyerapan logam Zn dan Ni dalam air limbah elektroplating oleh sekam padi. Didapatkan kondisi terbaik yaitu pada pH 8 dengan waktu pengadukan 90 menit, dimana prosen penyerapan untuk Zn sebesar 99,54 % dan untuk Ni 88,41 %. Sedang dengan memakai zeolith ukuran 60 mesh dengan konsentrasi Ni awal 236 ppm zeolit mampu menurunkan kandungan Ni sebesar 98,26 % (Pujiastuti, 2005). Dengan memakai zeolit sebagai penyerap dengan penambahan NaEDTA 0,01 M , ion logam Cu dalam limbah elektroplating mampu diturunkan kandungannya sebesar 89,05 % (Alfiani, N, 2002)

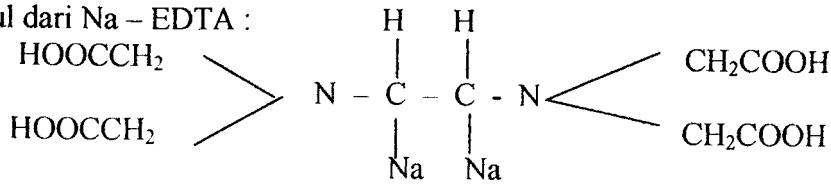
Seng adalah logam dengan nomor atom 30, berat atom 65,38, titik lebur 420 °C, titik didih 907 °C, jari –jari atom 1,25 Å°, jari –jari ion Zn^{++} 0,74 Å°. Seng merupakan logam transisi (golongan II B) yang mempunyai ciri fisik yaitu : getas, putih kebiruan dan kekerasan 2,5 skala Mohr. Seng digunakan untuk menggalvanisasi besi, logam – logam paduan seperti kuningan dan lain- lain. (Arsyad, 2001)

Kajian Pemanfaatan carbon aktif sebagai penyerap logam berat Ni, Cr^{3+} dan Pb. Menunjukkan bahwa tingkat penyerapan terhadap Ni adalah 70%, tingkat penyerapan pada Cr^{3+} adalah sebesar 60% dan tingkat penyerapan terhadap Pb adalah 75%. (Adi Saputro dkk, 2006). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan Na EDTA dalam zeolith pada penurunan logam Zn dalam limbah elektroplating

EDTA (Ethylene Diamine Tetraacetic Acid)

Na – EDTA merupakan asam berbasis empat yang sering ditulis Na_2H_2Y dan sebagai asam lemah Na – EDTA mengalami pengionan bertahap melepaskan ion hidrogen satu per satu, sehingga kehilangan atom hidrogen kemudian digantikan ion logam dan terbentuk kompleks 1 : 1 (satu molekul EDTA dengan satu ion logam) Na – EDTA sendiri merupakan standart primer sehingga tidak perlu standarisasi lebih lanjut. Kompleks yang mudah larut dalam air ditemukan.. Satu titik equivalent segera tercapai dalam titrasi demikian dan akhirnya titrasi kompleksimetri dapat digunakan untuk penentuan beberapa logam pada operasi skala semi mikro.

Rumus molekul dari Na – EDTA :



Adsorpsi

Adsorpsi merupakan suatu fenomena permukaan, tempat terjadinya akumulasi antar muka (interphase) dari dua fasa yang berinteraksi, merupakan peristiwa pengikatan molekul zat dari suatu fluida baik dalam bentuk cair maupun gas ke permukaan partikel padat. (Samuel H. Maron and Lando, 1990) Ada dua tipe adsorpsi, yaitu adsorpsi fisis dan adsorpsi kimia. Adsorpsi fisika mekanismenya hampir sama dengan proses kondensasi. Adsorpsi fisis atau adsorpsi Van der Waals merupakan gaya tarik menarik antar molekul benda padat dengan zat yang diserap., dapat terjadi pada semua interface solid – fluid, tetapi jika fluida tersebut tidak mendekati atau dibawah dew pointnya atau solidnya tidak sangat porous penuh dengan kapiler – kapiler yang halus. Maka adsorpsi fisika diabaikan (Smith J.M,1981)

Menurut Treyball (1981) pertukaran ion (ion exchange) merupakan salah satu bentuk adsorpsi kimia, dimana terjadi pertukaran antara elektrolit dalam padatan dengan elektrolit dalam limbah.

Adsorpsi ini melibatkan gaya – gaya yang jauh lebih besar daripada adsorpsi fisika. Menurut Langmuir molekul – molekul yang teradsorpsi tertarik ke permukaan oleh gaya – gaya valensi seperti halnya yang sering terjadi antara atom –atom di dalam molekul. Adsorpsi ini membentuk molekul –molekul yang baru dan prosesnya irreversibel. Ada 2 macam adsorpsi kimia, yaitu :

- Adsorpsi kimia aktivasi
 Adsorpsi yang energi aktivitasnya mendekati nol sehingga terjadi sangat cepat.
- Adsorpsi kimia dengan aktivasi
 Laju reaksi tergantung energi aktivasi dengan suhu tertentu.

Zeolit

Zeolit berupa material dengan pori – pori sangat kecil yang mampu memuat molekul –molekul kecil, disebut sebagai *molecular sieve*. Zeolit didapatkan dari alam atau diperoleh secara sintetis. Zeolit banyak digunakan sebagai adsorbent dan keunggulan dari molecular sieve adalah untuk proses pemisahan. Sifat spesifik dari zeolit banyak dimanfaatkan sebagai penukar ion (ion – exchange) dan dikembangkan sebagai pendukung atau sebagai bahan dasar katalis.

Struktur zeolit sesuai dengan kerangka tiga dimensi tetrahedral dari SiO_4 dan AlO_4 yang saling berhubungan melalui atom O pada struktur tersebut Si^{4+} dapat diganti dengan Al^{3+} .

Secara umum rumus kimia zeolit dapat dituliskan sebagai berikut, (Tsitsishvili *et. al*, 1992) :

$\text{M}_{x/n}[\text{Al}_x\text{Si}_y\text{O}_{2(x+y)}] \cdot p\text{H}_2\text{O}$
 Dimana n adalah valensi kation M, p adalah jumlah molekul air tiap satuan sel, nilai y/x adalah 1 sampai 6 dan nilai p/x adalah 1 sampai 4. Struktur zeolit berbentuk tetrahedral (tiga dimensi), di dalamnya terdapat pori atau ruang kosong yang dapat dilewati, dimasuki atau ditempati oleh berbagai molekul yang tergantung pada ukuran molekul dan ukuran pori zeolit serta interaksi antara molekul dengan permukaan pori zeolit.

Jenis zeolit bermacam-macam dan pada umumnya dibedakan berdasarkan kerangka dalam tiga dimensi dan rasio Si/Al. Dimana semakin besar harga Si, maka gaya negatifnya akan semakin turun sehingga Kapasitas Pertukaran Kation (KPK) akan turun.

Proses pengaktifan zeolit dapat menggunakan asam (seperti HCl, H_2SO_4 , dll) atau garam (NaCl). Pada penelitian ini sebagai bahan pengaktif zeolit digunakan NaCl, karena harganya relatif murah dan proses pengolahannya lebih sederhana.

Sifat – sifat zeolit

Zeolit mempunyai sifat khas yang diakibatkan oleh struktur dan komposisi kimianya, antara lain :

- Sangat berpori karena zeolit tersusun dari kerangka jaringan tetrahedra SiO_4 dan AlO_4 dan pori – porinya berukuran kecil.
- Dapat mempertukarkan ion karena adanya perbedaan muatan antara Si (+4) dengan Al (+3).
- Bersifat asam karena penggantian kation penetral dengan proton akan menimbulkan pusat asam bronstead.
- Mudah dimodifikasi karena setiap tetrahedra dapat dikontakkan dengan bahan- bahan pemodifikasi yang dapat dikarenakan pada zeolit diantaranya adalah pertukaran kation.

Berdasarkan pada sifat – sifat zeolit di atas maka zeolit banyak digunakan pada proses – proses adsorpsi dengan pemanfaatan permukaan yang luas, pertukaran kation dan sebagai katalis dengan pemanfaatan pemilihan pusat asam dan kemampuannya sebagai "*molecular sieve*".

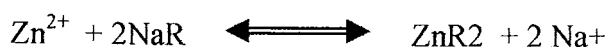


Zeolit sebagai adsorben

Zeolit dapat digunakan sebagai adsorben karena merupakan polimer anorganik yang tersusun dari satuan berulang berupa tetrahedra SiO_4 dan AlO_4 . Polimer yang terbentuk merupakan jaringan tetrahedra 3 dimensi berupa kristal - kristal yang di dalamnya terdapat saluran - saluran pori dan rongga - rongga yang tersusun secara beraturan. Dengan struktur dan komposisi zeolit seperti itu membuat zeolit mempunyai sifat sangat berpori, karena kristal zeolit sebenarnya merupakan kerangka yang terbentuk dari jaringan tetrahedra yang berfungsi untuk digunakan sebagai adsorben yang mempunyai permukaan yang luas.

Mekanisme adsorpsi ion logam berat pada zeolit :

Pada proses adsorpsi dengan zeolith akan terjadi pertukaran ion antara ion Na (Na^+) yang ada dalam padatan dan Na-EDTA dengan ion logam (Zn^{2+}) yang ada dalam limbah cair elektroplating sesuai dengan reaksi sbb :



Dimana R menunjukkan bahan residual zeolit. Pada kondisi ini air limbah elektroplating yang mengandung Zn^{2+} dapat dikurangi kandungannya jika dikontakkan dengan zeolith, sehingga Na dalam zeolith akan digantikan oleh logam tersebut.

Faktor - Faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi pada tangki pengaduk :

1. Jumlah Zeolith, yaitu semakin besar jumlah zeolit maka jumlah teradsorb semakin besar .
2. Ukuran partikel, yaitu semakin kecil ukuran partikel daya serap zeolith semakin tinggi.

Waktu Pengadukan, semakin lama diaduk ion terserap semakin tinggi hingga pada suatu saat akan mengalami kejenuhan

METODE PENELITIAN

Kondisi yang ditetapkan volume limbah 200 ml, berat zeolit 20 gram, kecepatan pengadukan 100 rpm dan pengadukan selama 90 menit

Kondisi yang dijalankan adalah konsentrasi Na EDTA (%) 0,10, 15 dan 20) , ukuran zeolith (mesh) : 20,30,40,50,50

Prosedur Penelitian

Pertama - tama zeolit aktif direndam dalam larutan Na-EDTA sesuai dengan kondisi % Na-EDTA 0,5,10,15 dan 20 selama 24 jam. Kemudian zeolit yang telah direndam disaring dan dikeringkan. Air limbah sebanyak 200 ml dimasukkan ke dalam beaker glass dan dicampur zeolit yang telah dikeringkan sesuai dengan variasi ukuran partikel yang telah ditentukan dan diaduk dengan menggunakan magnetic stirrer pada kecepatan 100 rpm selama waktu tertentu.

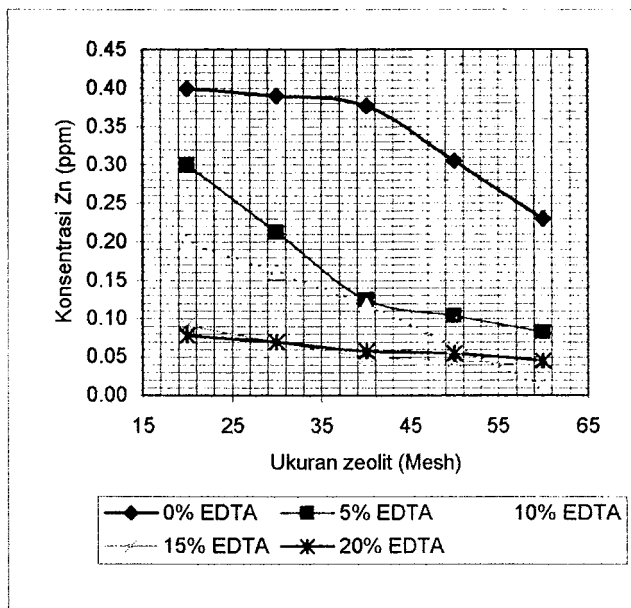
Setelah itu campuran tanpa atau dengan penambahan Na-EDTA disaring, sehingga diperoleh filtrat untuk dianalisa kandungan Zn nya .



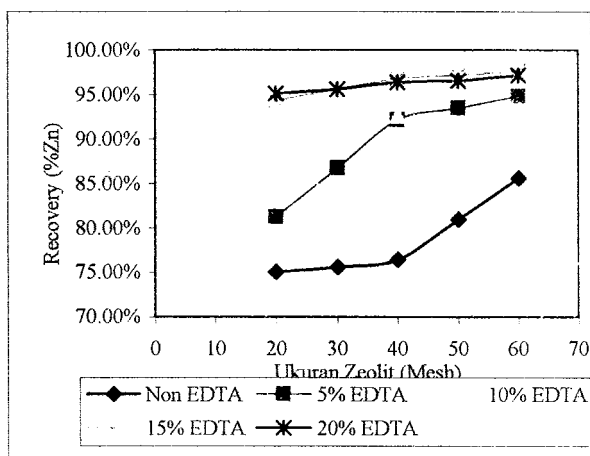
HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel I Pengaruh Ukuran partikel Zeolit dan penambahan NaEDTA terhadap penurunan kadar Zn (%) dengan konsentrasi awal Zn = 1,60 ppm

No	Kode Analisa	HASIL		
		Co (ppm)	C (ppm)	% Removal
1	Limbah Awal	1,60	-	-
2	20 Mesh non Na-EDTA	1,60	0,399	75,06%
3	30 Mesh non Na-EDTA	1,60	0,390	75,63%
4	40 Mesh non Na-EDTA	1,60	0,377	76,44%
5	50 Mesh non Na-EDTA	1,60	0,305	80,94%
6	60 Mesh non Na-EDTA	1,60	0,230	85,63%
7	20 Mesh 5% Na-EDTA	1,60	0,300	81,25%
8	30 Mesh 5% Na-EDTA	1,60	0,213	86,72%
9	40 Mesh 5% Na-EDTA	1,60	0,125	92,19%
10	50 Mesh 5% Na-EDTA	1,60	0,104	93,50%
11	60 Mesh 5% Na-EDTA	1,60	0,083	94,81%
12	20 Mesh 10% Na-EDTA	1,60	0,200	87,50%
13	30 Mesh 10% Na-EDTA	1,60	0,160	90,00%
14	40 Mesh 10% Na-EDTA	1,60	0,118	92,63%
15	50 Mesh 10% Na-EDTA	1,60	0,065	95,94%
16	60 Mesh 10% Na-EDTA	1,60	0,012	99,25%
17	20 Mesh 15% Na-EDTA	1,60	0,091	94,31%
18	30 Mesh 15% Na-EDTA	1,60	0,070	95,63%
19	40 Mesh 15% Na-EDTA	1,60	0,051	96,81%
20	50 Mesh 15% Na-EDTA	1,60	0,045	97,19%
21	60 Mesh 15% Na-EDTA	1,60	0,039	97,56%
22	20 Mesh 20% Na-EDTA	1,60	0,078	95,13%
23	30 Mesh 20% Na-EDTA	1,60	0,070	95,63%
24	40 Mesh 20% Na-EDTA	1,60	0,058	96,38%
25	50 Mesh 20% Na-EDTA	1,60	0,055	96,56%
26	60 Mesh 20% Na-EDTA	1,60	0,045	97,19%



Grafik 1. Hubungan antara ukuran zeolit dan penurunan kadar Zn (ppm) pada berbagai konsentrasi penambahan NaEDTA



Grafik2. Hubungan antara ukuran zeolit dan % recovery Zn pada berbagai konsentarsi penambahan NaEDTA

Pada grafik 1 dan 2 terlihat bahwa penurunan kadar Zn dalam limbah elektroplating pada berbagai ukuran zeolit menunjukkan bahwa : proses penyerapan zeolit tanpa penambahan Na-EDTA terlihat kenaikan penyerapannya semakin tinggi dengan semakin kecil ukuran zeolit yang digunakan karena semakin kecil ukuran Zeolith luas permukaan penyerapannya semakin besar. Semakin besar konsentrasi Na EDTA yang ditambahkan semakin banyak pula Na yang ada dalam zeolit sehingga penyerapan terhadap ion logam dalam limbah juga semakin besar pula. Pada penambahan Na-EDTA 15% lebih efektif penyerapan terhadap logam Zn dibandingkan dengan penambahan Na-EDTA 20% disebabkan atom Na yang terdapat dalam zeolit sangat besar sehingga penyerapan zeolit berada pada konsentrasi jenuhnya. Pada penyerapan logam Zn dengan zeolit disertai penambahan Na-EDTA sebesar 10% penyerapan semakin tinggi dibandingkan dengan penambahan Na-EDTA 15%. Hal ini terlihat bahwa semakin besar ukuran zeolit penyerapannya semakin tinggi sampai 99,25%. Pada penambahan Na-EDTA 10% terlihat perubahan yang sangat besar sekali hasil penyerapannya dibandingkan konsentrasi yang lainnya.

Hasil optimum yang diperoleh dari grafik tersebut dicapai pada ukuran zeolit 60 Mesh dan penambahan Na-EDTA 10% dengan penyerapan sampai 99,25%. Konsentrasi Zn akhir dalam limbah electroplating 0,012 ppm.



KESIMPULAN

Pada penelitian penurunan kadar logam Zn yang dilakukan dengan menggunakan zeolit sebagai penyerap dengan berbagai ukuran (20; 30; 40; 50; 60 mesh) dan penambahan Na-EDTA (0%; 5%; 10%; 15%; 20%), berat zeolit 20 gram dan volume limbah electroplating 200 ml dan kecepatan pengadukan 200 rpm, waktu pengadukan 90 menit didapatkan kondisi yang relatif baik yaitu : Zn dalam limbah elektroplating dengan konsentrasi awal 1,6 ppm dapat diserap oleh zeolit sampai 99,25%; ukuran zeolit 60 mesh dan penambahan Na-EDTA 10%

DAFTAR PUSTAKA

- Adi Saputro, E dkk, 2006, "*Kajian Pemanfaatan carbon aktif sebagai penyerap logam berat Ni, Cr³⁺ dan Pb*", Prosiding, Jurusan Teknik Kimia, UPN "Veteran" Jawa Timur Surabaya.
- Alfiani, N., 2002, *Peningkatan Kadar Adsorpsi Ion logam Cu dalam Adsorben Zeolith*, Laporan Penelitian, UPN "Veteran" Jawa Timur, Surabaya
- Arsyad, M, N., 2001, Kamus Kimia : Arti dan Penjelasan Istilah, pp.301-302, 332-333, PT.Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Pujiastuti, C., 2002, "*Pemanfaatan limbah Elektroplating sebagai campuran Batubara Merah*", Vol 2, No 3, *Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Teknik*, LPP UPN "Veteran" Jawa Timur, Surabaya.
- Pujiastuti, C., Yosep, A., dan Dimas, V., 2004, "*Kajian Penurunan logam Zn dan Ni dalam Limbah elektroplating dengan Sekam Padi*", Prosiding, Fakultas Teknik Undip, Semarang
- Pujiastuti, C., Diana, Etty, 2005, "*Kajian Penurunan logam Ni dalam limbah cair Elektroplating dengan Zeolith dan NaEDTA*", Prosiding, Jurusan Teknik Kimia, UPN "Veteran" Jawa Timur Surabaya.
- Smith, J.M., 1981, *Chemical Engineering Kinetics*, third ed, McGraw-Hill